

I-512 河川に架かる歩道橋の振動実態調査

金沢大学工学部 正会員 梶川 康男
金沢大学大学院 学生員 吉川 裕晃

1. はじめに

河川に架かる古い道路橋は、車道部の幅員が狭く、歩道部はなく、歩行者を安全に通行させるために歩道橋を設置していることが多い。この種の歩道橋は道路橋に支間長を合わせるため、一般に歩道橋としては支間長が大きくなり、設計荷重との関係から非常にスレンダーな構造となる。そのため、固有振動数が低くなり、ときどき歩行者の通行中に歩調との共振により比較的容易に大きな振動が発生することがある。

そこで、歩道橋の振動使用性を照査するときには、つぎの2つの方法が用いられてきた。

(1) 歩行時に揺れない歩道橋とするには、歩調範囲(平均2歩/秒であり、標準偏差は約0.2歩/秒)に固有振動数がなければ揺れることも少なく、問題は生じないであろう。

(2) 多少揺れることがあってもよいとすると、その共振時の振動加速度や振動速度などが振動限度を越えることが確率的に少なければ問題はない。また、多くの歩行者がいたとしても、すべての人が同じ歩調で歩くわけではないので、それほど大きな振動にはならない。

最近、各国で斬新なデザインの歩道橋が多く建設され、やはり振動が問題になっており、具体的な振動照査方法が示されている。それらに比べて、わが国の歩調の範囲を避けるという(1)の方法に基づく基準はあまりに時代遅れであると考えられる。そこで、歩道橋の振動使用性に対する照査方法をもう一度見直し、

(2)の方法を検討するために支間長の大きい、揺れそうな歩道橋を選び、その振動の実態を調査することとした。まず最初に、北陸地方の河川に架かる側道橋について調べた。

2. 歩道橋振動の測定と解析の概要

従来から測定してきた北陸地方の歩道橋のうちから、河川に架かる比較的大規模な側道橋でしかも鋼桁形式の12橋(表-1参照)を選んだ。実験予定の歩道橋に到着すると、まず測定計器と測定車(キャスター付手押車にアンプとコンピュータを積載)の配置を確認し、変位計測用振動計とサーボ型加速度計(積分回路を用いて振動速度と振動変位も出力可能)を各

表-1 調査対象とした歩道橋

径間の測点に配置、必要なコード類を配線して、増幅アンプに接続し、データ処理用コンピュータを起動させて測定開始となる。一般の通行者がいない時に、まず適当な加振点において、2人が椅子(高さ約40cm)から同時に飛び下りることによって人力による衝撃加振実験を行った。その代表的な振動結果をその場で即座にFFTによるスペクトル解析をして、卓越する振動数を求めた(図-1参照)。そして、その振動数前後のピッチ音(カセットテープに録音)を聞きながら2人が、できるだけ歩調を合わせて歩行(一部の橋では走行)をする実験を行った。連続形式の場合は他の振動モードについても行った。そして、少し歩調を変えるなどして十分に大きく振動し、満足のいく波形が記録ができたことを確認して、その歩道橋の実験を終了した。

歩道橋名	主桁形式 (床版形式)	支間長 (m)	桁高 (m)	卓越振動数 (Hz)	減衰定数1 (衝撃実験)	減衰定数2 (歩行実験)
常願寺川橋	単純桁 (鋼床版)	60	2.15	一次 1.9	0.0150	0.0147
大石橋 (3径間連続桁橋)	鋼桁 (鋼床版)	62+62+62	2.2	一次 1.5 二次 2.8	0.0264 0.0151	0.0075 -----
落合橋 (3径間連続桁橋)	鋼桁 (鋼床版)	52+66+52	最小1.4	一次 1.5 二次 2.9	0.0314 0.0232	0.0122 0.0069
越前川橋	単純桁 (鋼床版)	61	1.8	一次 1.7	0.0153	0.0085
高岡大橋	単純鋼1桁 (RC床版)	63	1.6	一次 1.6	0.0301	-----
手取川橋	単純桁 (鋼床版)	50	1.5	一次 2.1	0.0237	0.0120
小松大橋 (3径間連続桁橋)	鋼1桁 (RC床版)	24+31+24	最小0.8	一次 2.5	0.0142	0.0080
鳴門橋 (3径間連続桁橋)	鋼桁 (鋼床版)	66+66	1.4	一次 1.3 二次 1.9	0.0221 0.0175	0.0085 -----
五松橋	単純鋼1桁 (RC床版)	39	1.6	一次 2.2	0.0187	0.0123
木田橋	単純桁 (鋼床版)	45	1.1	一次 1.1	0.0228	0.0112
男坂川橋	単純鋼1桁 (RC床版)	47	1.95	一次 1.95	0.0229	0.0099
九郎坂川橋	単純桁 (鋼床版)	58	1.4	一次 1.4	0.0337	0.0086

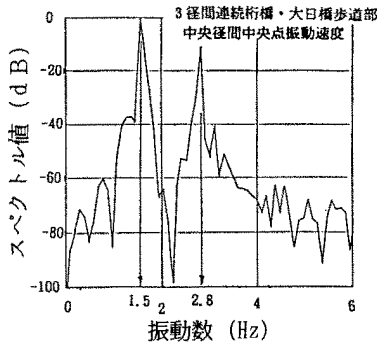


図-1 衝撃試験時のスペクトル

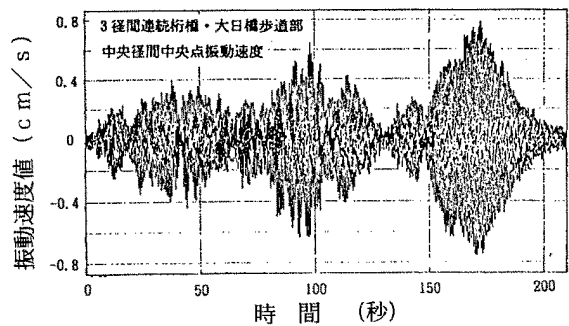


図-2 共振歩調による歩行試験時の振動波形

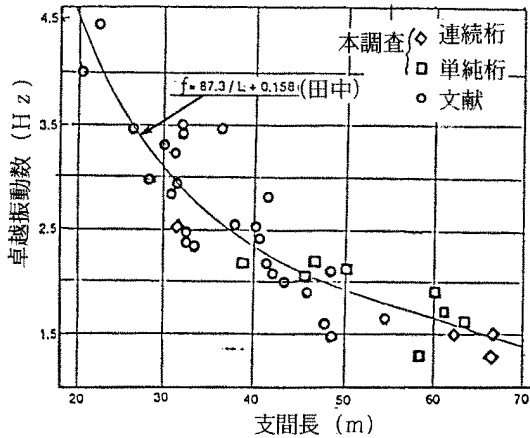


図-3 支間長と振動数の関係

なお、本格的なデータ処理としては、衝撃加振の実験結果から卓越振動数と振動モード・減衰定数を求め、そして、減衰定数と振動振幅については歩行実験の結果(図-2参照)から求めた。

3. 歩道橋の振動の実態

振動数と減衰定数については、文献3)を参考にして本調査分を加えて図-3と図-4に示した。図-3によると、河川に架かる支間の大きい範囲を加えても振動数と支間長の関係は特別に変化はなく同様の傾向にある。また、今回調査分の減衰定数は小振幅の衝撃試験では1.5-3.5%の範囲で、大きな振幅となる歩行試験時の自由減衰波形からの結果では0.5-1.5%の範囲である。つぎに、振動振幅については、2人の共振歩調加振による歩行試験と走行試験の振幅のうち、各測点のうち最大の振動加速度値を図-5に横軸を振動数として示した。走行試験時には非常に大きな振幅となっているが、歩行時にはほとんどがカナダのOntario codeやWheelerとKajikawaの基準(最大加速度で 0.4m/s^2)以内にあり、人通りの少ない河川歩道橋であることもあって特に振動に対する苦情は出ていないようである。今後、他の形式の歩道橋についても調査予定である。

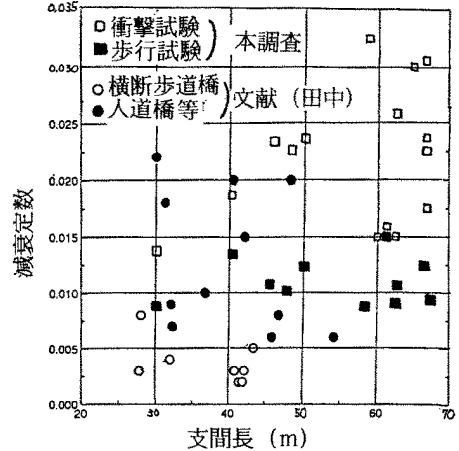


図-4 支間長と減衰定数の関係

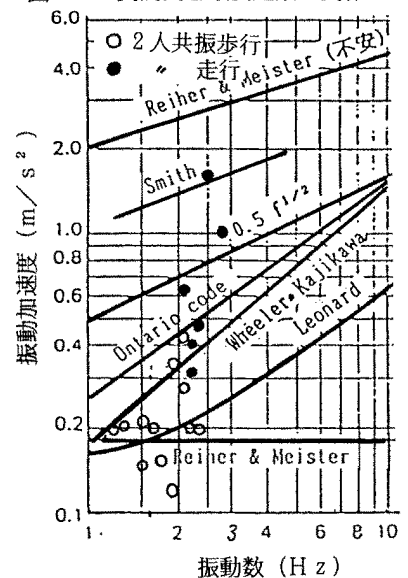


図-5 各橋の最大振幅値と各規準

<参考文献> 1) 田中・加藤・鈴木: 河川歩道橋の設計と実測に基づく振動特性の検討, 構造工学論文集, Vol. 37A, 1991. 2) 梶川・加藤: 歩道橋の振動と使用性設計, 振動制御コロキウム論文集, 1991. 3) 小幡・窪田・林川・佐藤: 歩道橋の使用限界状態に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol. 41A, 1995.